

Percepatan Penyelesaian Proyek dengan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode *Least Cost Analysis*

I Nyoman Indra Kumara*¹, I Gede Fery Surya Tapa², Decky Cipta Indrashwara³
^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional
e-mail: * indrakumara@undiknas.ac.id

Abstract

The Denpasar City Police Multipurpose Building project experienced constraints on project implementation delays due to the Eid al-Fitr holiday. This obstacle resulted in a delay in the progress of project realization by 9.346% or 19 days. The planned progress in week 20 is 66.521%, but the realization in the field has only reached 57.175%. The remaining duration of the project work is 76 days. This analysis aims to optimize the cost and duration of the remaining work with the addition of labor using the least cost analysis method, so that the project can be completed on time and the contractor does not get a fine. The analysis uses primary data in the form of observation costs, facility costs, overhead costs and unexpected costs. Then secondary data in the form of contractor unit price analysis, cost budget plan (RAB), and S curve. The data is analyzed starting from the remaining project work, crashing duration, to finding the cost slope in each job, and using the least cost analysis method to get the optimum cost and duration. The results of the analysis state that the project optimization cost after acceleration is Rp 3,077,713,130.90 with the duration of project implementation accelerated from 76 days to 57 days. The acceleration of the project duration will save the project cost of Rp. 18,428,493.93.

Keywords— *Least cost analysis, Optimization, Labor*

1. PENDAHULUAN

Proyek pemerintah akan dituntut untuk selesai tepat waktu (Sidiq, 2022). Faktor yang dapat membuat proyek tidak selesai tepat waktu, yaitu cuaca, ketersediaan material konstruksi, akses jalan ke proyek, dan terlambatnya pemberian dana ke kontraktor (Johari and Gunawan, 2021). Jika pekerjaan proyek terlambat, maka kontraktor harus segera membuat strategi guna mempercepat durasi proyek sehingga dapat terhindar dari sanksi (Dewi, et. al., 2020).

Perencanaan guna mempercepat durasi proyek akan sangat penting agar alternatif pelaksanaan yang diambil tepat (Jayantari, et. al., 2022). Adapun alternatif-alternatif yang dimaksud meliputi lembur serta penambahan tenaga kerja (Sa'adah, et. al., 2021). Menurut Handayani, et. al. (2017), apabila perencanaan tidak sesuai dengan yang terlaksana di lapangan, maka akan timbul permasalahan seperti keterlambatan pelaksanaan proyek yang bisa mengakibatkan peningkatan biaya pelaksanaan proyek.

Studi kasus pada analisis ini adalah Proyek Gedung Serbaguna Polresta Kota Denpasar. Proyek ini berlangsung terlambat karena banyak pekerja yang terlambat datang ke proyek setelah libur hari raya Idul Fitri. Hal ini berdampak pada penyelesaian proyek yang terlambat sebesar 9,35% atau 19 hari, dengan progres yang direncanakan pada minggu ke-20 adalah 66,52%, namun realisasi di lapangan baru mencapai 57,17%. Di sisi lain, durasi sisa yang dimiliki kontraktor selama 76 hari dari 210 hari kerja yang direncanakan. Apabila penyelesaian proyek melewati

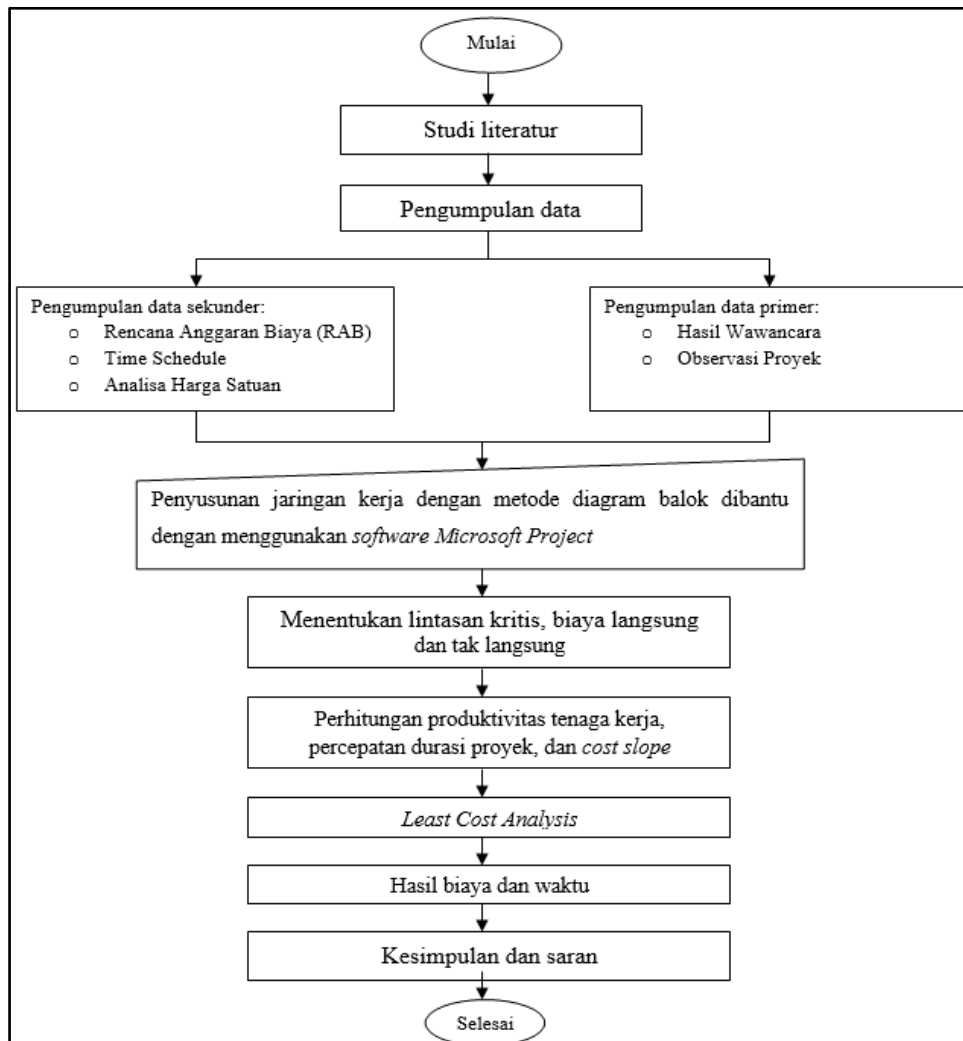
waktu yang disepakati, maka kontraktor akan terkena sanksi. Lokasi proyek yang berdekatan dengan pemukiman warga juga menyebabkan tidak bisa melaksanakan jam lembur sebagai alternatif melakukan percepatan durasi penyelesaian proyek.

Dewi, et. al., (2020) menyebutkan bahwa analisis ini mengoptimasi biaya dan durasi dalam menyelesaikan sisa pekerjaan di proyek dengan metode *least cost analysis*. Hasil analisis ini dapat mempercepat durasi sisa pekerjaan proyek guna memperoleh total biaya percepatan yang optimum. Diharapkan dengan penerapan metode ini dapat menjadi solusi ketika terjadi keterlambatan pekerjaan proyek pemerintah yang selalu dituntut selesai tepat waktu.

2. METODE PENELITIAN

Metode Analisis

Berdasarkan permasalahan pelaksanaan proyek yang terlambat karena banyak pekerja yang terlambat datang ke proyek setelah libur hari raya Idul Fitri sehingga mengakibatkan waktu penyelesaian proyek semakin sedikit, maka pada analisis ini dilakukan agar dapat mengoptimalkan biaya dan durasi dalam menyelesaikan pekerjaan sisa dengan metode *least cost analysis*. Metode analisis bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode *Least Cost Analysis*

Pengumpulan Data

Penyusunan analisis ini menggunakan data primer dan data sekunder (Kumara, et. al., 2022).

1. Data Primer yang diperlukan meliputi:
 - a. Hasil wawancara dengan kontraktor
Data ini berguna untuk mengetahui penyebab permasalahan dapat terjadi.
 - b. Hasil observasi lapangan.
Data ini berguna untuk mengetahui kesesuaian data sekunder dengan realisasinya di proyek.
2. Data Sekunder yang diperlukan meliputi:
 - a. RAB
Data ini berguna untuk mengetahui item-item pekerjaan, harga satuan bahan, upah tenaga kerja, harga satuan pekerjaan, dan volume pekerjaan.
 - b. Kurva S
Data ini berguna untuk mengetahui runtutan dalam melakukan pekerjaan, mengetahui setiap durasi dan bobot dari setiap aktivitas pekerjaan proyek, dan waktu mulai hingga selesai dari item-item aktivitas proyek.
 - c. Analisa Harga Satuan Kontraktor
Data ini berguna untuk mengetahui koefisien tenaga kerja dan harga satuan pekerja guna mencari produktifitas pekerja harian.

Penyusunan Jaringan Kerja

Penyusunan jaringan kerja berdasarkan kurva S dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Project* bertujuan untuk menentukan lintasan kritis proyek, tenggang waktu atau *float*, dan mengetahui waktu kapan proyek dapat diselesaikan (Tombokan, et. al., 2021). Setelah diketahui pekerjaan yang ada pada lintasan kritis proyek, maka dapat dilakukannya percepatan durasi pekerjaan dengan menggunakan metode *least cost analysis* (Kumara, 2023).

Metode *Least Cost Analysis*

1. Perhitungan *Crash Duration*

Setelah jaringan kerja tersusun dan mengetahui lintasan kritis serta tenggang waktu proyek, selanjutnya diadakan perhitungan percepatan proyek (*crashing project*). Perhitungan ini mencari percepatan waktu, biaya akibat *crash duration* (*crash cost*), dan *cost slope* kegiatan pada lintasan kritis (Oetomo, et. al., 2017). *Crash duration* yang dilakukan pada percepatan ini adalah dengan metode penambahan tenaga kerja sampai waktu kembali pada jadwal rencana. Perhitungan *crashing* dapat dilihat pada persamaan berikut (Biswasa, et. al., 2016):

a. Produktivitas grup pekerja

$$\frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi normal}} \quad (1)$$

b. Total kebutuhan tenaga kerja

$$\text{koefisien analisa} \times \text{produktifitas grup pekerja} \quad (2)$$

c. Konversi kebutuhan tenaga kerja ke satuan pekerja

$$\frac{\text{Koefisien tenaga kerja}}{\text{Koefisien pekerja}} \quad (3)$$

- d. Penambahan kebutuhan tenaga kerja

$$\frac{\text{koefisien pekerja}}{\text{koefisien tenaga kerja}} \times \text{jumlah pek. set. penambahan} \quad (4)$$
- e. Produktivitas (prod.) per hari/pekerja

$$\frac{\text{produktivitas grup pekerja}}{\text{jumlah pekerja setelah penambahan}} \quad (5)$$
- f. Prod. per hari setelah adanya penambahan

$$\text{prod. per hari/pekerja} \times \text{jml. pekerja setiap penambahan} \quad (6)$$
- g. Jumlah penambahan pekerja

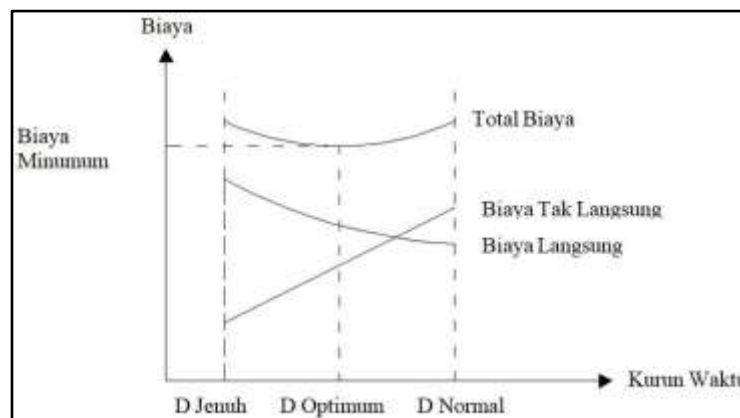
$$\text{koefisien analisa} \times \text{prod. grup pekerja setiap penambahan} \quad (7)$$
- h. *Crash Duration*

$$\frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{prod. grup pekerja setelah penambahan}} \quad (8)$$
- i. *Crash cost*

$$\text{biaya normal pek. per hari} + \text{biaya penambahan tenaga kerja per hari} \quad (9)$$

2. Perhitungan *Cost Slope*

Terdapat 2 tipe biaya pada pembiayaan suatu proyek konstruksi diantaranya adalah biaya langsung dan biaya tidak langsung. Semakin cepat proyek mengakibatkan jumlah biaya langsung meningkat. Di sisi lain, biaya tak langsung akan menurun. Grafik hubungan biaya proyek bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan biaya pada proyek konstruksi (Laksana, et. al., 2014)

Cost slope adalah pertambahan biaya langsung yang digunakan agar bisa melakukan suatu percepatan pada setiap aktivitas per satuan waktu. *Cost slope* bisa dicari dengan persamaan sebagai berikut (Sahu and Sahu, 2014):

$$\text{Cost Slope} = \frac{(Cc - Cn)}{(Tn - Tc)} \quad (10)$$

Cc = Biaya yang dipercepat
 Tn = Waktu normal

Cn = Biaya normal
Tc = Waktu yang dipercepat

3. Perhitungan *Least Cost Analysis*

Metode ini dipakai untuk mengidentifikasi kondisi optimum biaya dan durasi dengan melakukan penekanan atau kompresi pada semua lintasan kritis dimulai dari *cost slope* terendah dari masing-masing lintasan kritis (Setiawan, et. al., 2020). Pengkompresian terus dilakukan sampai akhirnya didapatkan total pengurangan hari dan biaya yang optimum.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Biaya Langsung

Biaya yang berhubungan langsung dengan pekerjaan konstruksi. Biaya ini diperoleh dari biaya setiap item pekerjaan yang sudah dipisahkan pajak dan profit. Rincian biaya langsung proyek sebelum pengurangan pajak dan profit dapat dilihat pada Tabel I.

Tabel 1 Biaya Langsung

| No | Pekerjaan | Jumlah (Rp) |
|--------------|-----------------------|------------------|
| A.1 | Pek. Lt. 1 | 1.022.388.269,92 |
| A.2 | Pek. Lt. 2 | 514.296.324,47 |
| A.3 | Pek. Lt. 3 | 1.026.588.755,40 |
| B.1 | Pek. Arsitektur Lt. 1 | 548.166.746,71 |
| B.2 | Pek. Arsitektur Lt.2 | 683.682.397,03 |
| B.3 | Pek. Arsitektur Lt. 3 | 1.207.434.101,90 |
| C | Pek. MEP | 1.148.691.897,70 |
| D.1 | Pek. Interior Lt. 2 | 120.816.451,27 |
| D.2 | Pek. Interior Lt. 3 | 327.993.717,60 |
| E.1 | Pek. Penataan halaman | 14.802.900,00 |
| E.2 | Pek. Planter box | 12.411.812,80 |
| Real cost = | | 6.627.273.374,80 |
| PPN 11% = | | 729.000.071,20 |
| Total cost = | | 7.356.273.446,00 |
| Dibulatkan = | | 7.356.000.000,00 |

Sumber: PT. Amerta Sakti Jaya

Biaya Tak Langsung

Biaya yang tidak secara langsung berhubungan pada proyek, contohnya seperti biaya overhead dan biaya tak terduga. Rincian biaya tak langsung proyek dapat dilihat dalam Tabel II.

Tabel 2 Biaya Tak Langsung

| No | Uraian Biaya | Jumlah | Gaji perhari (Rp) | Jumlah (Rp) |
|----|-----------------------|--------|-------------------|-------------|
| I | Biaya Overhead | | | |
| | 1. Gaji staff proyek | | | |
| | <i>Staff Engineer</i> | 1 | 110.000,00 | 110.000,00 |
| | Logistik | 1 | 90.000,00 | 90.000,00 |
| | Pelaksana | 1 | 100.000,00 | 100.000,00 |
| | Administrasi | 1 | 80.000,00 | 80.000,00 |
| | | | Total perhari | 380.000,00 |

| | | |
|-----|--|----------------|
| | 2.Fasilitas perhari | 130.000,00 |
| II | 1. Biaya tak terduga 5% dari total biaya proyek | 331.363.668,74 |
| | 2. Biaya tak terduga per hari | 1.577.922,23 |
| | 3. Biaya Overhead + Fasilitas + Biaya tak terduga per hari | 2.087.922,23 |
| III | Total Biaya Tak Langsung (210 x 2.087.922,23) | 438.463.668,74 |

Sumber: Hasil Wawancara

Penyusunan Jaringan Kerja

Tahap ini dikerjakan dengan menyusun setiap item pekerjaan sisa yang sebelumnya sudah identifikasi dan dikerjakan pada software *Microsoft Project* hingga mendapatkan lintasan kritis. Lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Lintasan Kritis

| No. Kegiatan | Pekerjaan |
|--------------|---|
| 15 | Pek. Plafond lamesiring kayu kamper 2/10 cm |
| 16 | Pek. Pas. Rangka plafond kayu usuk 5/7 cm |
| 18 | Pek. Pas. Plafond gypsum rangka hollow |
| 58 | Pek. Acian |
| 65 | Pek. Pas. Plafond gypsum rangka hollow |
| 67 | Pek. Pas. Rangka plafond kayu usuk 5/7 cm |
| 109 | Pek. Plesteran 1pc : 2ps dinding toilet |
| 111 | Pek. Pasangan keramik lantai 60 x 60 cm |
| 125 | Pek. Daun jendela + kaca bening 5 mm |
| 143 | Pek. Pengecatan tembok interior |
| 144 | Pek. Kusen pintu dan jendela kamper |
| 145 | Pek. Pengecatan plafond gypsum |
| 146 | Pek. Pengecatan plafond lambrizing |
| 147 | Pek. Pas. Genteng karang pilang. |
| 148 | Pek. Polituran railing selasar |
| 149 | Pek. Pas. Pipa PVC 4 " talang beton |
| 150 | Pek. Instalasi titik lampu penerangan |
| 152 | Pek. Polituran tatab 3/12 |
| 153 | Pek. Coating anti lumut paras |
| 154 | Pek. Cat sink chromate |

Sumber: Hasil Perhitungan

Produktivitas dan Kebutuhan Tenaga Perhitungan Kerja

Perhitungan produktivitas kerja didapatkan dengan membagi volume pekerjaan dengan lamanya waktu yang diperlukan pada item pekerjaan terkait (Poerba & Indryani, 2022). Contoh uraian perhitungan pada pekerjaan plafond lamesiring kayu kamper 2/10 cm adalah sebagai berikut:

- a. Normal Durasi = 14 hari
- b. Volume kegiatan = 80,70 m²
- c. Produktivitas grup pekerja = $\frac{80,70 \text{ m}^2}{14 \text{ hari}} = 5,76 \text{ m}^2/\text{hari}$
- d. Jumlah tenaga kerja = Koef. tenaga kerja x produktifitas grup pekerja
- e. Pekerja = 0,80 x 5,76 = 4,608 = 5 or/hari
- f. Tukang kayu = 0,80 x 5,76 = 4,608 = 5 or/hari
- g. Kepala tukang = 0,08 x 5,76 = 0,461 = 1 or/hari
- h. Mandor = 0,04 x 5,76 = 0,230 = 1 or/hari

- i. Jumlah tenaga kerja total = 12 or/hari

Jadi, untuk pekerjaan plafond lamesiring kayu kamper 2/10 cm memiliki produktivitas grup pekerja sebesar 5,76 m² dan jumlah tenaga kerja total sebanyak 12 orang. Seluruh pekerjaan yang berada di lintasan kritis harus dihitung juga dengan cara yang sama.

Perhitungan Penambahan Tenaga Kerja

Cara perhitungan penambahan tenaga kerja pada pekerjaan plafond lamesiring kayu kamper 2/10 cm adalah sebagai berikut:

- a. Produktivitas grup pekerja = 5,76 m²/hari
b. Konversi tenaga kerja ke pekerja
- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Pekerja | = 0,80/0,80 x 5 = 5 or/hari |
| Tukang batu | = 0,80/0,80 x 5 = 5 or/hari |
| Kepala tukang | = 0,08/0,80 x 5 = 1 or/hari |
| Mandor | = 0,04/0,80 x 5 = 1 or/hari |
| Total pekerja yang dibutuhkan | = 12 or/hari |

- c. Penambahan pekerja

Jumlah pekerja yang akan ditambahkan dilakukan dengan cara coba-coba sampai mendapatkan *crash duration* optimum tetapi dengan *crash cost* pekerja minimum. Cara perhitungan penambahan tenaga kerja pek. plafond lamesiring kayu kamper 2/10 cm adalah sebagai berikut:

- | | |
|---------------|--|
| Pekerja | = 0,80 x 8,07 = 6,45 = 7-5 = 2 or/hari |
| Tukang kayu | = 0,80 x 8,07 = 6,45 = 7-5 = 2 or/hari |
| Kepala tukang | = 0,08 x 8,07 = 0,65 = 1-1 = 0 or/hari |
| Mandor | = 0,04 x 8,07 = 0,32 = 1-1 = 0 or/hari |

Jadi, untuk penambahan tenaga kerja pada pekerjaan plafond lamesiring kayu kamper 2/10 cm sebanyak 2 or/hari pekerja dan 2 or/hari tukang kayu. Seluruh pekerjaan yang berada di lintasan kritis harus dihitung juga dengan cara yang sama untuk mendapatkan jumlah penambahan tenaga kerja.

Perhitungan *Crash Duration*, *Crash Cost*, *Crash Cost Total*, dan *Cost Slope*

Cara perhitungan *crash duration*, *crash cost*, *crash cost total*, dan *cost slope* pada pekerjaan plafond lamesiring kayu kamper 2/10 cm adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan *Crash Duration*:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| Volume kegiatan | = 80,70 m ² |
| Prod. setelah penambahan tenaga kerja | = 8,07 m ² /hr |
| <i>Crash duration</i> | = 80,70 m ² /8,07 = 10 hari |

- b. Perhitungan *Crash Cost*:

- Harga satuan upah pekerja

Upah pekerjaan plafond lamesiring kayu kamper 2/10 cm per hari yang digunakan adalah 80% dari koefisien karena 80% dari upah pekerja sebagai biaya langsung dan 20% sisanya adalah biaya tak langsung.

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| (0,80 × 80%) × Rp 68.000,00 | = Rp 43.520,00 |
| (0,80 × 80%) × Rp 85.000,00 | = Rp 54.400,00 |
| (0,08 × 80%) × Rp 80.000,00 | = Rp 5.120,00 |
| (0,04 × 80%) × Rp 80.000,00 | = Rp 2.560,00 |
| Harga satuan pekerjaan | = Rp 105.600,00/m ² |

- Produktivitas grup pekerja = 5,76 m²/hari
- Normal ongkos pekerja perhari

$$5,76 \text{ m}^2/\text{hari} \times \text{Rp } 105.600,00 = \text{Rp } 608.256,00 \text{ m}^2/\text{hari}$$

- Biaya penambahan tenaga kerja per hari
= $(\text{Rp } 68.000,00 \times 2) + (\text{Rp } 85.000,00 \times 2) + (4 \times 200.000,00)$
= $\text{Rp } 136.000,00 + \text{Rp } 170.000,00 + 800.000,00$
= $\text{Rp } 1.106.000,00$

- Crash cost pekerja per hari
= $\text{Rp } 608.256,00 + \text{Rp } 1.106.000,00$
= $\text{Rp } 1.714.256,00$

c. Perhitungan *Crash Cost Total*:

$$\begin{aligned} \text{Crash duration} &= 10 \text{ hari} \\ \text{Crash cost pekerja} &= \text{Rp } 1.714.256,00 / \text{hari} \\ \text{Crash cost total} &= \text{crash cost pekerja} \times \text{crash duration} \\ &= \text{Rp } 1.714.256,00 \times 10 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 17.142.560,00 \end{aligned}$$

d. Perhitungan *Cost Slope*:

$$\begin{aligned} \text{Normal duration} &= 14 \text{ hari} \\ \text{Normal cost} &= 14 \text{ hari} \times \text{Rp } 760.885,71 = \text{Rp } 10.652.400,00 \\ \text{Crash duration} &= 10 \text{ hari} \\ \text{Crash cost} &= 10 \text{ hari} \times \text{Rp } 18.66.885,71 = \text{Rp } 17.142.560,00 \\ \text{Jadi, Cost Slope} &= \frac{(\text{Rp } 17.142.560,00 - \text{Rp } 10.652.400,00)}{(14 - 10)} = \text{Rp } 2.004.114,29 \end{aligned}$$

Nilai *cost slope* dari semua pekerjaan yang berada di lintasan kritis harus dihitung untuk bisa diurutkan dan mencari nilai *slope* terendah.

Perhitungan *Least Cost Analisis*

Nilai *cost slope* yang sudah diurutkan dari yang terendah kemudian dilakukan penekanan atau kompresi dengan penambahan tenaga kerja pada semua kegiatan di lintasan kritis sampai mencapai tahap kompresi optimum. Adapun perhitungan dalam tahap kompresi adalah sebagai berikut:

1. Tahap Normal

- a. Sisa durasi normal = 76 hari
- b. Biaya langsung sisa durasi
= $[\text{real cost} \times (100\% - \% \text{realisasi})] - (\text{biaya tak langsung per hari} \times \text{sisa hari})$
= $[(6.627.273.374,80 \times (100\% - 42,825\%)) - (2.087.922,23 \times 76)]$
= $\text{Rp } 2.679.447.733,28$
- c. Biaya Tak Langsung
Biaya overhead + biaya tak terduga + fasilitas per hari
= $\text{Rp } 380.000,00 + \text{Rp } 1.577.922,23 + \text{Rp } 130.000,00$
= $\text{Rp } 2.087.922,23$
- d. Total Biaya Tak Langsung
Total Biaya overhead + biaya tak terduga + fasilitas per hari
= $76 \times \text{Rp } 2.087.922,23$
= $\text{Rp } 158.682.089,48$
- e. Total biaya langsung + total biaya tak langsung
= $\text{Rp } 2.679.447.733,28 + \text{Rp } 158.682.089,48$
= $\text{Rp } 2.838.129.822,76$

f. PPN 11%
 $= 11\% \times 2.838.129.822,76$
 $= \text{Rp } 258.011.802,07$

g. *Total Cost*
 Total biaya langsung + total biaya tak langsung + PPN 11%
 $= \text{Rp } 2.679.447.733,28 + \text{Rp } 158.682.089,48 + 258.011.802,07$

| Tahap | No. Keg. | Crash Duration (hari) | Total Durasi (hari) | Cost Slope (Rp) | Biaya Langsung (Rp) | Biaya Tak Langsung (Rp) | PPN 10% (Rp) | Total Cost (Rp) |
|--------|----------|-----------------------|---------------------|-----------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
| | | a | b | c | d | e | $f=(d+e) \times 11\%$ | $g=\sum(d,f)$ |
| Normal | | | 76 | | 2,679,447,733.28 | 158,682,089.48 | 258,011,802.07 | 3,096,141,624.83 |
| | 148 | 14 | 62 | 1.235,64 | 2,679,465,032.22 | 129,451,178.26 | 255,356,019.13 | 3,064,272,229.61 |
| | 149 | 14 | 62 | 1.363,23 | 2,679,484,117.45 | 129,451,178.26 | 255,357,754.16 | 3,064,293,049.86 |
| | 151 | 14 | 62 | 4.180,81 | 2,679,542,648.76 | 129,451,178.26 | 255,363,075.18 | 3,064,356,902.21 |
| | 152 | 14 | 62 | 4.180,81 | 2,679,601,180.08 | 129,451,178.26 | 255,368,396.21 | 3,064,420,754.55 |
| | 147 | 14 | 62 | 4.351,00 | 2,679,662,094.09 | 129,451,178.26 | 255,373,933.85 | 3,064,487,206.20 |
| | 150 | 14 | 62 | 4.879,94 | 2,679,730,413.29 | 129,451,178.26 | 255,380,144.69 | 3,064,561,736.23 |
| 1 | 145 | 14 | 62 | 89.663,19 | 2,680,985,697.88 | 129,451,178.26 | 255,494,261.47 | 3,065,931,137.61 |
| | 153 | 14 | 62 | 108.541,80 | 2,682,505,283.09 | 129,451,178.26 | 255,632,405.58 | 3,067,588,866.92 |
| | 146 | 14 | 62 | 199.462,38 | 2,685,297,756.45 | 129,451,178.26 | 255,886,266.79 | 3,070,635,201.50 |
| | 154 | 14 | 62 | 313.311,28 | 2,689,684,114.37 | 129,451,178.26 | 256,285,026.60 | 3,075,420,319.23 |
| | 144 | 14 | 62 | 339.948,89 | 2,694,443,398.85 | 129,451,178.26 | 256,717,688.83 | 3,080,612,265.93 |
| | 143 | 14 | 62 | 341.848,69 | 2,699,229,280.56 | 129,451,178.26 | 257,152,768.98 | 3,085,833,227.80 |
| 2 | 111 | 18 | 59 | 419.713,04 | 2,700,488,419.69 | 123,187,411.57 | 257,267,236.18 | 3,080,943,067.44 |
| 3 | 125 | 1 | 57 | 433.541,13 | 2,701,355,501.96 | 119,011,567.11 | 257,346,061.84 | 3,077,713,130.90 |
| 4 | 109 | 2 | 56 | 624.776,13 | 2,703,645,878.28 | 118,739,779.19 | 257,554,277.87 | 3,079,939,935.34 |

$= \text{Rp } 3.096.141.624,83$

2. Tahap kompresi 1

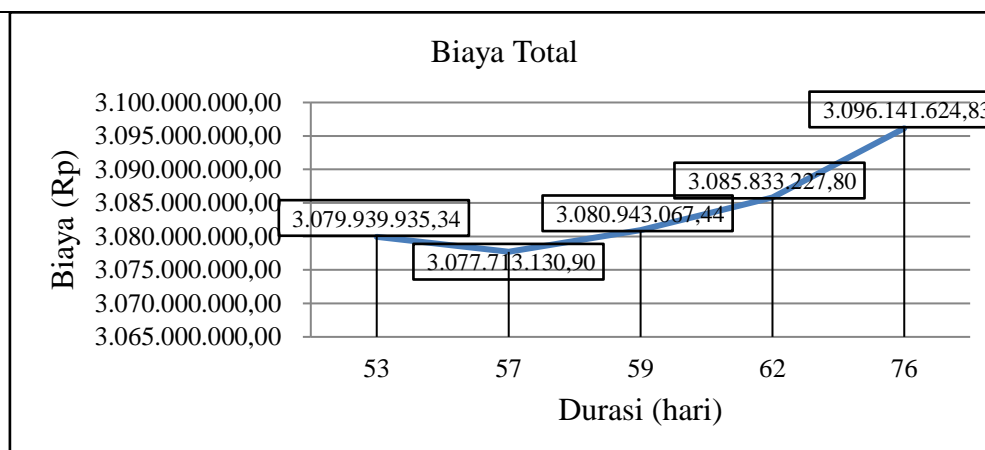
- a. Nama pekerjaan = Pekerjaan polituran railing selasar
- b. *Cost slope* = Rp 1.235,64
- c. Durasi Normal = 28 hari
- d. Crash Durasi = 14 hari
- e. Total durasi proyek = $(76 - 14) = 62$ hari
- f. Tambahan biaya = $14 \text{ hari} \times \text{Rp } 1.235,64 = \text{Rp } 17.298,94$
- g. Biaya langsung normal = Rp 2.679.447.733,28
- h. Kom. Biaya tambahan = Rp 17.298,94
- i. Biaya Langsung = Rp 2.679.465.032,22
- j. Biaya Tak Langsung = $62 \text{ hari} \times \text{Rp } 2.087.922,23 = \text{Rp } 129.451.178,26$
- k. PPN 11% dari = Biaya langsung + biaya tak langsung
 $= (\text{Rp } 2.679.465.032,22 + \text{Rp } 129.451.178,26) \times 11\%$
 $= \text{Rp } 255.356.019,13$
- l. Total Cost = Rp 3.064.272.229,61

Perhitungan yang sama dilakukan sampai tahap optimum, seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 Perhitungan Kompresi Jalur Kritis

Sumber: Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel IV, kegiatan kompresi item pekerjaan pada lintasan kritis yang dimulai dengan nilai *cost slope* terendah berhenti dilakukan hingga pada tahap ke-3. Hal ini karena pada tahap ke-3 sudah mencapai biaya dan waktu optimum proyek yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan Biaya Total dengan Durasi Proyek Akibat Penambahan Tenaga Kerja

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis percepatan penyelesaian proyek menggunakan metode least cost analysis yang menerapkan penambahan tenaga kerja pada Proyek Gedung Serbaguna Polresta Kota Denpasar, maka dapat disimpulkan bahwa kontraktor dapat mengatasi keterlambatan dengan cara melakukan penambahan tenaga hingga hari ke-57 pada saat mencapai biaya optimum sebesar Rp 3.103.063.775,97. Biaya tersebut dapat mengurangi biaya yang diperlukan sebesar Rp 11.988.885,70, serta dapat menghindarkan kontraktor dari sanksi denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Biswasa, S. K., Karmakera, C. L., and Biswasa, T. K. (2016). "Time-Cost Trade-Off Analysis In A Construction Project Problem: Case Study." *International Journal of Computational Engineering Research (IJCER)*, vol. 6 no. 10, pp. 32-38.
- Dewi, A. A. D. P., Yana, A. A. G. A., and Dwinanjaya, K. Y. (2020). "Optimalisasi Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek Menggunakan Metode Least Cost Analysis (Studi Kasus: Pembangunan Pasar Amlapura Barat)." *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 24, no. 2, pp. 168-174.
- Handayani, F. S., Setiono, S., and Winarto, W. (2017). "Pengendalian Biaya Bahan dengan Metode Analisa Varian pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus Proyek Rehabilitas Kantor Dirut PT. Taspen, Jakarta Pusat)." *Matriks Teknik Sipil*, vol. 5 no. 3.
- Jayantari, M. W., Predana, I. M. A., and Wade, Y. R. (2022). "Analisis Biaya Serta Percepatan Durasi Proyek Menggunakan Metode Crashing dengan Sistem Waktu Gilir Kerja dan Lembur (Studi Kasus: Puskesmas Wolowaru, Kabupaten Ende)." *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and Management*, vol. 1 no. 1, pp. 20-26.
- Johari, G. J., and Gunawan, A. (2021). "Analisa Faktor yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Infrastruktur di Kabupaten Garut." *Jurnal Konstruksi*, vol. 19, no. 1, pp. 80-89.
- Kumara, I. N. I., Jaya, N. M., and Adnyana, I. B. P. (2022). "Upaya dan Strategi Peningkatan Kualitas Pelayanan pada Pembuatan Izin Mendirikan Bangunan di Kabupaten Badung." *Jurnal Spektran*, vol. 10, no. 2, pp. 127-132.
- Kumara, I. N. I. (2023). Penerapan Metode Least Cost Analysis Untuk Optimasi Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek. *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and*

- Management, vol. 2 no. 1, pp. 8-24.
- Laksana, A. W., Prasetyo, H. S., Wibowo, M. A., and Hidayat, A. (2014). "Optimalisasi Waktu dan Biaya Proyek dengan Analisa Crash Program." *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 3 no. 3, pp. 747-759.
- Oetomo, W., Priyoto, P., & Uhad, U. (2017). Analisis Waktu dan Biaya dengan Metode Crash Duration pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 6 no 1, pp. 8-22.
- Poerba, M. Y., & Indryani, R. (2022). Analisis Percepatan Menggunakan Metode Crashing pada Proyek Pekerjaan Struktur Pembangunan Rumah dan Klinik Bali. *Jurnal Teknik ITS*, vol. 11, no. 3, pp. 173-178.
- Sa'adah, N., and Rijanto, T. (2021). "Evaluasi Proyek Pembangunan Gedung Stroke Center (Paviliun Flamboyan) Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) dan Crashing." *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, vol. 3 no. 2, pp. 55-62.
- Sahu, K., and Sahu, M. (2014). "Cost & Time and Also Minimum Project Duration Using Alternative Method." *International Review of Applied Engineering Research*. vol. 4, no. 5, pp. 403-412.
- Setiawan, R., Rahman, T., and Jamal, M. (2020). "Optimalisasi Biaya & Waktu Pekerjaan pada Saluran Pelimpah (Spillway) dengan Menggunakan Metode Least Cost Analysis." *Teknologi Sipil*, vol. 4, no. 1, pp. 57-68.
- Sidiq, M. M. A. (2022). "Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian dan Timbunan." *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 15, no. 1, pp. 1-13.
- Tombokan, B. F., Malingkas, G. Y., and Pratasih, P. A. (2022). "Analisis Hubungan Pekerjaan dan Lintasan Kritis pada Penjadwalan Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Sam Ratulangi Tondano Menggunakan Metode Precedence Diagram Method." *Tekno*, vol. 20 no. 82, pp. 1041-1050.